

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 35 539.4

Anmeldetag: 20. Juli 2001

Anmelder/Inhaber: Mannesmann Plastics Machinery GmbH,
München/DE

Erstanmelder: MPM Beteiligungs GmbH,
München/DE

Bezeichnung: Regelverfahren für eine Spritzgießmaschine

IPC: B 29 C 45/77

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Hoiß

Regelverfahren für eine Spritzgießmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem Einspritzaggregat mit einem ersten Motor zum axialen Verschieben einer Plastifizierschnecke und einem zweiten Motor zum Drehen der Schnecke, wobei beide Motoren über eine gemeinsame Welle auf die Schnecke einwirken. Ein derartiges Einspritzaggregat für Spritzgießmaschinen ist beispielsweise aus der DE 43 44 335 C2 bekannt, wobei aber keine Aussagen über die Regelung eines solchen Aggregates gemacht werden.

Ein Verfahren zum Steuern einer Spritzgießmaschine ist aus der EP 0 528 040 B1 bekannt. In dieser Schrift ist angegeben, daß beispielsweise der Einspritzvorgang oder auch die Staudruckregelung über eine Drehmomentbegrenzung des Einspritzmotors, d.h. des Motors, der die Schnecke axial verschiebt, vorgenommen werden kann. Desweiteren wird hier vorgeschlagen, eine Lageregelung vorzunehmen, d.h. die Lage der Schnecke abhängig von einer Soll-Ist-Wert-Differenz für den Staudruck zu verändern. Dieses Regelverfahren ist jedoch bei der eingangs angegebenen Anordnung nicht sinnvoll einzusetzen.

Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Regelverfahren für den Staudruck in einer Spritzgießmaschine mit dem oben genannten Aufbau für das Einspritzaggregat anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; die abhängigen Patentansprüche betreffen vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung.



Gehäuse 3 angeordnet, an dem ein erster 4 und ein zweiter Hohlwellenmotor 5 befestigt sind. Die Schnecke 2 ist mit einer Bewegungsspindel 6 fest verbunden, die in einer Spindelmutter 7 geführt ist. Es handelt sich hierbei um einen Kugelspindelantrieb. Die Spindelmutter 7 ist die Hohlwelle des ersten Hohlwellenmotors 4, die mittels einer Axiallagerung 8 direkt im Motorgehäuse abgestützt ist.

In eine mit Axialnuten 9 versehene Ausnehmung 10 der Bewegungsspindel 6 ragt ein Antriebszapfen 11, der ebenfalls mit Axialnuten 12 versehen ist und somit mit der Bewegungsspindel 6 drehbar aber axialverschiebbar gekoppelt ist. Der Antriebszapfen 11 ist mit der Hohlwelle 13 des zweiten Hohlwellenmotors 5 fest verbunden, die den Antriebszapfen 11 unter Freilassung eines Regenraums 14 umgibt. Die Hohlwelle 13 ist mittels einer Axiallagerung 15 direkt im Motorgehäuse abgestützt.

Die Hohlwellenmotoren 4 und 5 sind transversale Flußmotoren mit zylindrischen Magneten 16 und 17, die jeweils beidseitig von Wicklungen 18 und 19 umgeben sind.

Im Betrieb führt die Schnecke 2 prinzipiell zwei Bewegungen aus. Beim Einspritzen wird die Schnecke axial nach vorne geschoben und rotiert nicht. Beim Plastifizieren rotiert die Schnecke 2 und wird durch das aufplastifizierte und in den Schneckenorraum (nicht dargestellt) gefördertes Material axial nach hinten geschoben. Dabei wird eine definierte Gegenkraft (Staudruck) aufgebracht.

Beim Einspritzen dreht der erste Hohlwellenmotor 4 die Spindelmutter 7, und die Schnecke 2 wird axial (in Fig. 1 nach links) verschoben. Der zweite Hohlwellenmotor 5 bleibt drehfest.

Beim Plastifizieren dreht der zweite Hohlwellenmotor 5 die Schnecke 2 über den Antriebszapfen 11 mit der erforderli-

chen Plastifizierdrehzahl. Dabei sollte der erste Hohlwellenmotor 4 mit annähernd der gleichen Drehzahl wie der zweite Hohlwellenmotor 5 drehen, wobei sich aus der Drehzahldifferenz die Rücklaufgeschwindigkeit der Schnecke 2 ergibt.

Bei dem bekannten mechanischen Aufbau wird das in Figur 2 schematisch dargestellte Regelsystem verwendet. Dabei werden einem ersten Regelkreis Geschwindigkeitssollwerte $v(s)$ (beziehungsweise Drehzahlsollwerte) vorgegeben, die in einem Profilglied 20 in zeitabhängige Geschwindigkeitsdaten (bzw. Drehzahldaten) $v(t)$ gewandelt werden. Diese Daten werden in einem Ruckbegrenzer bzw. Filterglied 22 in ruckbegrenzte Geschwindigkeit bzw. Drehzahldaten $v_R(t)$ und in geschwindigkeitsabhängige Positionsdaten $(s(t))$ gewandelt. Diese Positionsdaten werden einem Subtraktionsglied 23 zusammen mit Ist-Positionsdaten zugeführt und nach einer Multiplikation mit einer Konstanten in einem Multiplikationsglied 26 einem Addierer 28.

Die zeitabhängigen Geschwindigkeits- bzw. Drehzahldaten werden, ggf. nach einer Multiplikation in einem Multiplikationsglied 24, ebenfalls dem Addierer 28 zugeführt. Der Ausgang des Addierers 28 liefert das Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal v_5 für den Umrichter (nicht dargestellt) des Motors 5.

In einem zweiten Steuer- bzw. Regelkreis werden positionsabhängige Druckdaten $p(s)$ vorgegeben und einem Subtraktionsglied 30 zugeführt. Von diesen Daten wird im Subtraktionsglied 30 der aktuelle Druckwert p_{ist} abgezogen, und das Ergebnis wird über ein PI-Glied 24 und ein Konstanten-Multiplikationsglied 36 einem Addierer 38 zugeführt. Die Ausgabe des Addierers 38 wird einem Begrenzungsglied 40 zugeführt, in dem die Ausgabe des Addierers 38 auf den Maximalwert v_{max} , der für eine Geschwindigkeit- bzw. Drehzahl zulässig ist, begrenzt wird. Die daran anschließende Struktur

des Regelkreises entspricht dem ersten Steuer- bzw. Regelkreis, und die Elemente 42, 46, 48, 50 und 52 entsprechen den Elementen 22, 23, 24, 26 und 28 des ersten Regelkreises. Der Ausgang des zweiten Regelkreises liefert mit v_4 das Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal zur Ansteuerung des Umrichters (nicht dargestellt) des Motors 4.

Erfindungsgemäß sind die beiden oben dargestellten Steuer- bzw. Regelkreise miteinander gekoppelt, und zwar über einen Zweig 44, der das zeitabhängige Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal des Regelkreises für den Motor 5 als Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlvorgabewert 44 dem Addierer 38 des Regelkreises für den Motor 4 zuführt. Somit erhalten beide Motoren zunächst den gleichen Vorgabewert für die Drehzahl, und in den Gliedern 30, 32 und 36 wird die für einen Druckvorgabewert erforderliche Drehzahldifferenz ermittelt und dem Drehzahlvorgabewert im Addierer 38 aufaddiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem ersten Motor (4), der mit einer ersten Drehzahl dreht, zum Verschieben einer Schnecke (2) in Axialrichtung und einem zweiten Motor (5), der mit einer zweiten Drehzahl dreht, zum Drehen der Schnecke (2), wobei der erste und der zweite Motor (4, 5) auf eine gemeinsame Welle (6) wirken, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß man zur Änderung des Staudrucks die Differenz der Drehzahlen (v_4 , v_5) der Motoren ändert.
2. Verfahren nach Anspruch 1 mit einem ersten Regelkreis zum Bestimmen der Drehzahl des ersten Motors (4) und einem zweiten Regelkreis zum Bestimmen der Drehzahl des zweiten Motors (5), wobei ein Drehzahlwert (v_R) des zweiten Regelkreises als Drehzahl-Vorgabewert dem ersten Regelkreis vorgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß man in dem ersten Regelkreis eine Soll-Ist-Differenz für den Staudruck ermittelt, davon abhängig eine Drehzahldifferenz ermittelt und zu der Drehzahldifferenz den Vorgabewert aus dem zweiten Regelkreis addiert.

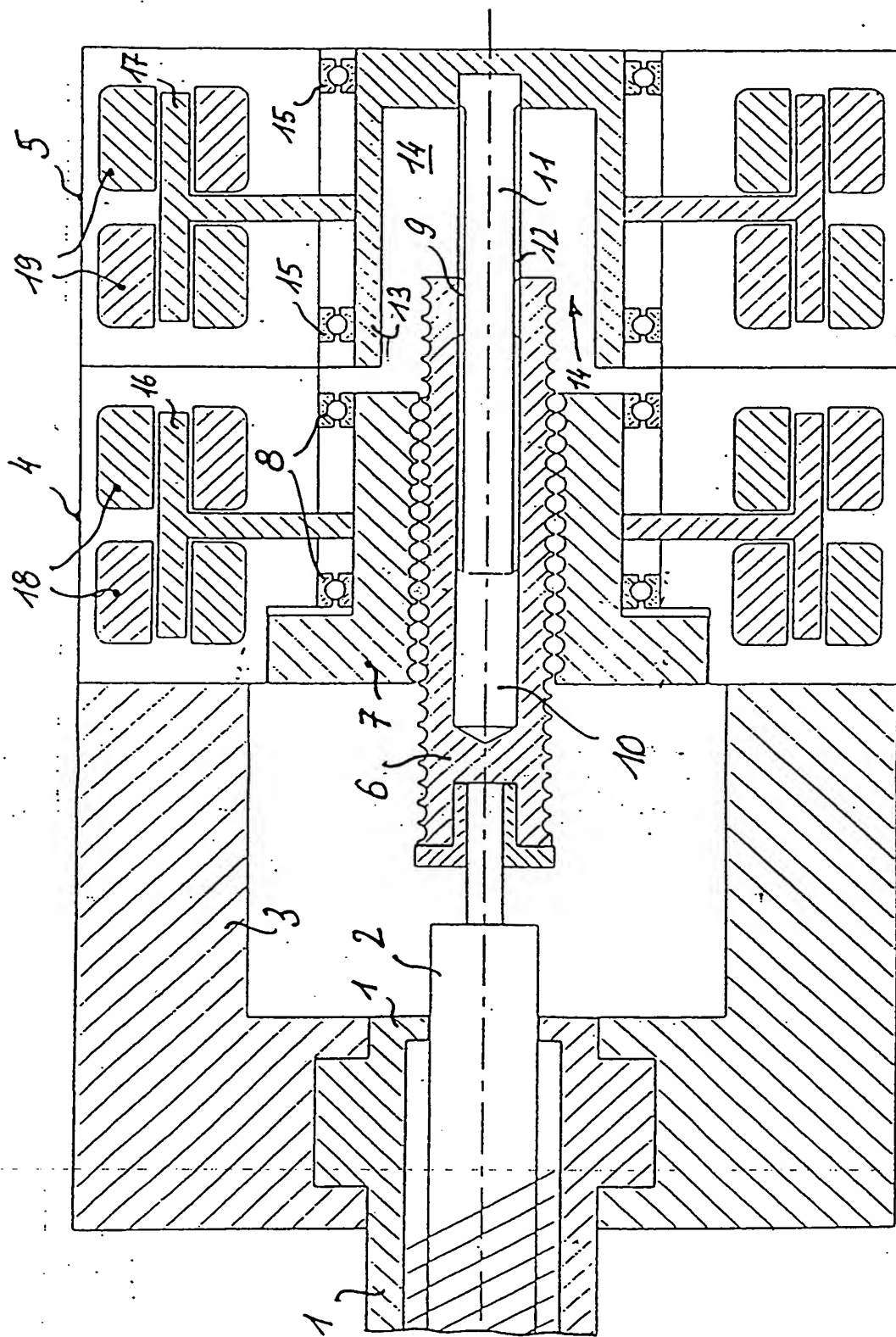
Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Regelverfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem ersten Motor, der eine Schnecke axial verschiebt, und einem zweiten Motor, der die Schnecke dreht, wobei beide Motoren auf eine gemeinsame Welle wirken.

Zur Regelung des Staudrucks wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen Geschwindigkeitsvorgabewert v_R zur Regelung des zweiten Motors (5) einem Regelkreis zur Regelung der Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des ersten Motors (4) als Drehzahl-Sollvorgabewert zuzuführen. Auf diese Weise wird der Staudruck abhängig von einer Druckdifferenz über den Drehzahlunterschied der beiden Motoren geregelt.

(Fig. 2)

Fig. 1



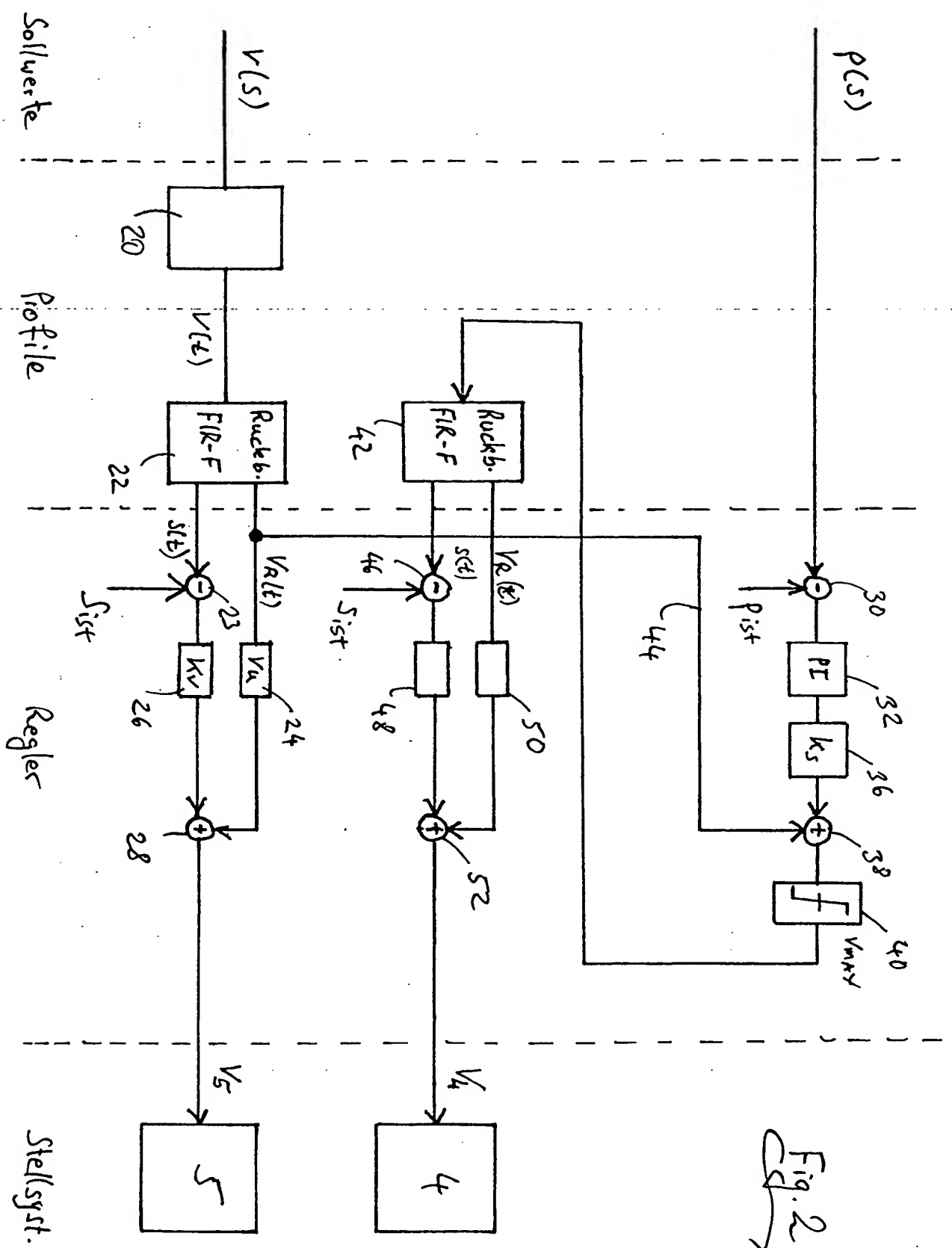


Fig. 2